云 南 植 物 研 究 2003，25（1）：83～89
Acta Botanica Yunnanica

六种国产兰属植物的核型研究*

李玉阁[1]，郭卫红[2]，吴伯骥[2]
（1 河南大学生命科学学院，河南 开封 475001；2 中国科学院成都生物研究所，四川 成都 610041）

摘要：首次研究了 6 种国产兰属植物的染色体形态和核型。果香兰（*Cymbidium suavissimum*）核型为 2n = 40 = 30m + 10sm；碧玉兰（*C. lowianum*）为 2n = 40 = 26m + 12sm + 2st；文山红柱兰（*C. wenshanense*）为 2n = 40 = 28m + 10sm + 2st；虎头兰（*C. hookerianum*）为 2n = 40 = 30m + 8sm + 2st；独占春（*C. eburneum*）为 2n = 40 = 36m + 4sm；莎草兰（*C. elegans*）为 2n = 40 = 28m + 8sm + 4st。结合形态学特征和已有的核型资料，对兰属植物的核型进化进行了初步的讨论。

关键词：兰属；核型；核型进化
中图分类号：Q 943　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700(2003)01－0083－07

A Karyological Stydy of Six Chinese Species of *Cymbidium*

LI Yu-Ge[1]，GUO Wei-Hong[1]，WU Bo-Ji[1]
(1 *College of Life Science*，*Hennan University*，Kaifeng 475001，China；
2 *Chengdu Institute of Biology*，*Chinese Academy of Sciences*，Chengdu 610041，China)

Abstract：Six species of *Cymbidium*，all cultivated plants of Chinese origin，are karyologically analyzed：*Cymbidium suavissimum* Sander ex C. Curtis (2n = 40 = 30m + 10sm)，*C. lowianum* (Rchb. f.) Rchb. f. (2n = 40 = 26m + 12sm + 2st)，*C. wenshanense* Y. S. Wu et F. Y. Liu. (2n = 40 = 28m + 10sm + 2st)，*C. hookerianum* Rchb. f. (2n = 40 = 30m + 8sm + 2st)，*C. eburneum* Lindl. (2n = 40 = 36m + 4sm) and *C. elegans* Lindl. (2n = 40 = 28m + 8sm + 4st). Based on karyotypical data the phylogenetic relationships between the data treated are discussed.

Key words：*Cymbidium*；Karyotype；Karyological evolution

兰属植物由于在自然界杂交的缘故，中间类型颇多，变异较大，种的界限不甚明确，给属内种的分类和整理带来了很大的困难（黄家平和戴思兰，1998）。目前兰属植物的分类仍主要以形态学指标为主，而对细胞学、发育学及分子生物学的相关指标则研究较少。

染色体研究是细胞分类学的重要证据之一，也是探讨植物亲缘关系和进化趋势的一个重要途径（李懋学，1991）。但有关兰属植物的染色体资料目前在国内外还少有报道。Mehlquist（1942）和 Duncan（1959）曾报道西藏虎头兰（*C. tracyanum*）、李懋学（1991）曾报道了建兰（*C. ensifolium*）、墨兰（*C. sinense*）、春兰（*C. goeringii*）的染色体数目。Bhatta-

* 基金项目：四川天源国兰生物科技公司和同心兰园开发研究项目
收稿日期：2002－05－10，2002－07－29 接受发表
作者简介：李玉阁（1977－）女，硕士，助教，主要从事小麦的遗传育种研究。

rai & Mattarai（1993）报道莎叶兰（*C. cyperifolium*）的核型；隆有庆等（2000）报道了春兰（*C. goeringii*）的核型。而其它种的核型均未见报道。作者于 2000 年着手开展了国产兰属植物的核型的系统比较研究，前文我们已先后报道了 12 种国产兰属植物的核型研究结果（李玉阁等，2002 a，b）。本文在此基础上进一步报道了另外 6 种兰属植物的核型研究结果，进一步为兰属植物的系统分类和发育进化关系的研究提供细胞学证据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验材料均为野生的普通种，采自云南并引种栽培于中国科学院成都生物所细胞非载体遗传操作实验室温室苗圃。标本存放于中国科学院成都生物研究所标本馆（CDBI）。材料名称、采集地及凭证标本号分别见表 1。

表 1 实验材料来源

Table 1 The origin of the materials

Taxa	Locality	Vouchers	The record number of lab
C. suavissimum Sander ex C. Curtis	Yunnan	H. Yang 01 – 03	013
C. lowianum（Rchb. f.）Rchb. f.	Yunnan	H. Yang 01 – 04	014
C. wenshanense Y. S. Wu et F. Y. Liu	Maguan，Yunnan	S. B. Ni 2001 – 02	016
C. hookerianum Rchb. f.	Tengchong，Yunnan	S. B. Ni 2001 – 07	021
C. eburneum Lindl.	Baoshan，Yunnan	S. B. Ni 2001 – 03	017
C. aloifoliam（L.）Sw	Lancangjiang，Yunnan	S. B. Ni 2001 – 04	018

1.2 细胞学制片

取成熟植株新长出的根尖，冲洗干净后，用饱和的 α – 溴萘溶液于冰箱中处理 20 ~ 25 h，然后用 0.075 mol/L 的 KCl 溶液配置的 α – 溴萘饱和溶液处理 40 ~ 60 min，卡若氏液（95% 乙醇∶冰乙酸 = 3∶1）于冰箱中固定 4 ~ 20 h，1 mol/L 盐酸于室温解离 5 min，然后在 58 ~ 60℃解离 2 ~ 4 min，改良的石炭酸品红染色压片。镜检并统计染色体数目，然后选取染色体形态好又分散的细胞在 100 倍油镜下拍照作核型分析。好的片子经二甲苯脱水后用树胶封片，制成永久片，藏于中国科学院成都生物研究所细胞非载体遗传操作实验室。

1.3 染色体记数和组型分析

每种兰花取 5 ~ 10 个植株的新生根尖进行核型分析。染色体数目的确定和核型分析根据全国第一届植物染色体学术讨论会（1985）的约定。每种兰花的染色体数目，以统计 30 个以上细胞（我们一般统计 60 个），85% 以上具有的恒定一致的染色体数来作为该种的染色体数目；每个类群取 5 个细胞的核型平均值，染色体相对长度、臂比及类型按李懋学和陈瑞阳（1985）方法进行计算；核型不对称系数按 Arano（1963）方法，核型分类按 Stebbins（1971）方法划分。

2 结果与分析

6 种植物的染色体参数分别见表 2，表 3；染色体形态图见图 1：1 ~ 6；核型图见图 2：7 ~ 12；核型模式图 3：13 ~ 18。

3 讨论

根据陈心启、吉占和（1998）采用的 Du Puy & Cribb 分类系统，国产兰属植物可分为

3 个亚属 11 个组。前文我们报道了建兰亚属 3 个组 12 种植物的核型研究结果（李玉阁等，

表 2　6 种国产兰属植物的染色体相对长度、臂比和类型

Table 2　Relative length，arm ratio and classification of the chromosomes of six species of *Cymbidium*

C. elegans				*C. hookerianum*				*C. lowianum*			
编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type
1	3.29 + 3.86 = 7.15	1.17	m	1	2.61 + 3.48 = 6.09	1.33	m	1	2.49 + 3.60 = 6.09	1.44	m
2	3.00 + 3.71 = 6.71	1.24	m	2	2.74 + 3.19 = 5.93	1.16	m	2	2.15 + 3.94 = 6.09	1.84	sm
3	2.71 + 3.86 = 6.57	1.42	m	3	2.67 + 3.19 = 5.67	1.19	m	3	2.55 + 3.19 = 5.74	1.25	m
4	2.71 + 3.43 = 6.14	1.27	m	4	2.58 + 2.91 = 5.49	1.13	m	4	2.49 + 3.19 = 5.68	1.28	m
5	2.57 + 3.14 = 5.71	1.22	m	5	2.55 + 2.92 = 5.47	1.14	m	5	2.26 + 3.19 = 5.45	1.41	m
6	2.43 + 3.14 = 5.57	1.29	m	6	2.32 + 3.11 = 5.43	1.34	m	6	2.20 + 3.07 = 5.27	1.19	m
7	1.57 + 4.00 = 5.57	2.55	sm	7	1.85 + 3.54 = 5.39	1.91	sm	7	2.38 + 2.84 = 5.22	1.39	m
8	2.29 + 2.86 = 5.15	1.25	m	8	2.19 + 3.00 = 5.19	1.37	m	8	2.20 + 3.02 = 5.22	1.37	m
9	2.14 + 3.00 = 5.14	1.40	m	9	2.34 + 2.75 = 5.09	1.17	m	9	2.20 + 2.84 = 5.04	1.29	m
10	2.00 + 2.86 = 4.86	1.43	m	10	2.12 + 2.89 = 5.01	1.36	m	10	2.20 + 2.78 = 4.98	1.26	m
11	1.14 + 3.57 = 4.71	3.13	st	11	2.18 + 2.73 = 4.91	1.25	m	11	2.26 + 2.67 = 4.93	1.18	m
12	1.69 + 3.00 = 4.69	1.77	sm	12	2.11 + 2.78 = 4.89	1.32	m	12	1.74 + 3.13 = 4.87	1.80	sm
13	2.00 + 2.43 = 4.43	1.21	m	13	2.18 + 2.67 = 4.85	1.22	m	13	1.91 + 2.78 = 4.69	1.45	m
14	1.57 + 2.71 = 4.28	1.73	sm	14	1.91 + 2.86 = 4.77	1.50	m	14	1.97 + 2.61 = 4.58	1.32	m
15	1.54 + 2.69 = 4.23	1.75	sm	15	1.68 + 3.06 = 4.74	1.82	sm	15	1.45 + 3.07 = 4.52	2.12	sm
16	1.86 + 2.29 = 4.15	1.23	m	16	2.20 + 2.47 = 4.67	1.12	m	16	1.39 + 3.13 = 4.52	2.25	sm
17	1.71 + 2.29 = 4.00	1.34	m	17	1.32 + 3.18 = 4.50	2.41	sm	17	1.39 + 3.07 = 4.46	2.12	sm
18	1.57 + 2.14 = 3.71	1.36	m	18	1.50 + 2.56 = 4.06	1.71	sm	18	1.04 + 3.25 = 4.29	3.12	st
19	0.84 + 2.72 = 3.56	3.24	st	19	0.90 + 2.98 = 3.88	3.31	st	19	1.86 + 2.38 = 4.24	1.28	m
20	1.43 + 2.00 = 3.43	1.40	m	20	1.50 + 2.37 = 3.87	1.58	m	20	1.28 + 2.90 = 4.18	2.27	sm
C. wenshanense				*C. suavissimum*				*C. eburneum*			
编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type
1	3.15 + 3.42 = 6.57	1.09	m	1	2.89 + 4.10 = 6.99	1.42	m	1	2.97 + 3.36 = 6.33	1.13	m
2	2.50 + 4.07 = 6.57	1.63	m	2	2.74 + 3.96 = 6.69	1.44	m	2	2.86 + 3.28 = 6.13	1.15	m
3	2.96 + 3.24 = 6.20	1.09	m	3	2.89 + 3.50 = 6.39	1.21	m	3	2.85 + 3.21 = 6.06	1.13	m
4	2.78 + 3.24 = 6.02	1.17	m	4	2.74 + 3.49 = 6.23	1.27	m	4	2.85 + 2.96 = 5.81	1.04	m
5	2.31 + 3.52 = 5.83	1.52	m	5	2.74 + 3.34 = 6.08	1.22	m	5	2.64 + 2.93 = 5.57	1.11	m
6	2.59 + 2.96 = 5.55	1.14	m	6	2.28 + 3.49 = 5.77	1.53	m	6	2.23 + 3.22 = 5.45	1.44	m
7	2.40 + 3.15 = 5.55	1.31	m	7	2.12 + 3.65 = 5.77	1.72	sm	7	2.58 + 2.70 = 5.28	1.05	m
8	2.31 + 3.05 = 5.36	1.32	m	8	2.58 + 3.04 = 5.62	1.18	m	8	2.33 + 2.84 = 5.17	1.22	m
9	2.31 + 2.78 = 5.09	1.20	m	9	2.13 + 2.73 = 4.86	1.28	m	9	2.24 + 2.72 = 4.96	1.21	m
10	2.04 + 3.05 = 5.09	1.50	m	10	1.52 + 3.34 = 4.86	2.20	sm	10	2.32 + 2.51 = 4.83	1.08	m
11	1.57 + 3.24 = 4.81	2.06	sm	11	1.98 + 2.58 = 4.56	1.30	m	11	2.02 + 2.80 = 4.82	1.39	m
12	2.04 + 2.59 = 4.63	1.27	m	12	1.82 + 2.73 = 4.55	1.50	m	12	2.14 + 2.65 = 4.79	1.24	m
13	2.04 + 2.50 = 4.54	1.23	m	13	1.98 + 2.43 = 4.41	1.23	m	13	1.90 + 2.79 = 4.69	1.47	m
14	1.57 + 2.96 = 4.53	1.89	sm	14	1.52 + 2.89 = 4.41	1.90	sm	14	1.95 + 2.67 = 4.62	1.37	m
15	1.85 + 2.40 = 4.25	1.30	m	15	1.68 + 2.43 = 4.11	1.45	m	15	2.22 + 2.38 = 4.60	1.07	m
16	0.83 + 3.33 = 4.16	4.01	st	16	1.82 + 2.28 = 4.10	1.25	m	16	2.25 + 2.34 = 4.59	1.04	m
17	1.39 + 2.59 = 3.98	1.86	sm	17	1.21 + 2.89 = 4.10	2.39	sm	17	2.14 + 2.40 = 4.54	1.12	m
18	1.39 + 2.50 = 3.89	1.80	sm	18	1.52 + 2.13 = 3.65	1.40	m	18	2.05 + 2.33 = 4.38	1.14	m
19	1.48 + 2.22 = 3.70	1.50	m	19	1.31 + 2.28 = 3.59	1.74	sm	19	1.42 + 2.53 = 3.95	1.78	sm
20	1.30 + 2.40 = 3.70	1.85	sm	20	1.37 + 1.82 = 3.19	1.33	m	20	1.05 + 2.36 = 3.41	2.25	sm

表 3 6 种国产兰属植物的染色体参数

Table 3 The chromosome parameters of six Chinese species of *Cymbidium*

种类 Taxa	核型公式 Karyotype formula	平均臂比 A.A.R	最长/最短 Lt/St	臂比 > 2 的比率 P.C.A/%	核型不对称系数 As.k%	类型 type
碧玉兰（*C. lowianum*）	2n = 2x = 40 = 26m + 12sm + 2st	1.63	1.46	25	60.65	2A
文山红柱兰（*C. wenshanense*）	2n = 2x = 40 = 28m + 10sm + 2st	1.59	1.78	10	59.21	2A
果香兰（*C. suavissimum*）	2n = 2x = 40 = 30m + 10sm	1.50	2.19	10	59.10	2B
莎草兰（*C. elegans*）	2n = 2x = 40 = 28m + 8sm + 4st	1.5	2.08	15	59.7	2B
独占春（*C. eburneum*）	2n = 2x = 40 = 36m + 4sm	1.33	1.86	5	54.98	2A
虎头兰（*C. hookerianum*）	2n = 2x = 40 = 30m + 8sm + 2st	1.52	1.57	10	58.64	2A

A.A.R.：Average arm ratio； Lt：Longest arm；St：Shotest arm； P.C.A.：Percentage of chromosomes with arm ratio > 2

2002 a，b）。本文又研究了兰亚属和大花亚属共 6 种国产兰属植物的核型。结果表明兰属植物的染色体数目是比较保守的，变异不大，除兔耳兰为 2n = 38，线叶春兰存在非整倍体和多倍体变异外，所研究的 18 种兰属植物的体细胞染色体数均为 2n = 40，而且，染色体的结构也主要由中部和亚中部着丝粒染色体组成，核型具有较高的对称性，为“2A”或“2B”型。

根据 Stebbins（1971）的观点：高等植物核型进化的基本趋势是由对称向不对称方向发展的，系统演化上处于比较古老或原始的植物，往往具有较对称的核型，不对称的核型通常出现在较进化或特化的植物中。研究表明兰属植物均为较对称的“2A”或“2B”型，染色体主要由 m 和 sm 色体组成；最长染色体与最短染色体的比值均小于 4，在 1.57 ~ 2.91 之间；臂比大于 2 的比率均小于 50%，在 5% ~ 35%之间。根据这种观点，具有这样对称核型的兰属植物，在整个系统演化至少是兰科植物的系统演化中应该处于相对原始的地位。但形态学的研究却表明：兰属植物和大多数兰科植物一样，为适应虫媒传粉，花部的所有特征都表现出高度适应和特化。如：花两侧对称；唇瓣特化，结构复杂，基部常形成具蜜腺的囊或距；雄蕊数目减少与花柱合生成蕊柱等等。目前，兰科植物几乎被所有植物学家公认为代表单子叶植物中最为进化的类群（吴国芳等，1992）。而且从现有的对兰科植物的胚胎学、发育学研究的资料来看，兰属又是兰科中进化程度较高的属（唐源江等，1998；梁汉兴，1984；任玲和王伏雄，1987；叶秀麟和郭俊彦，1995；Swamy，1942）。

另外，杨涤清等（1989）在对兰科植物中比较原始的类群——头蕊兰属的金兰（*Cephalanthera erecta*）和银兰（*C. falcata*）的核型研究中也观察到，兰科植物中，与百合科的某些代表种很相近、形态上也较原始的头蕊兰属植物中，竟出现了不对称程度较高的核型类型。金兰、银兰的染色体主要有 sm 和 st 染色体组成，核型均属较不对称的“3C”型，且为二型式核型，即 1 ~ 3 对为大型染色体，而 4 ~ 17 却为小型染色体。

综上所述，从目前已被研究的兰科植物来看，核型进化的方式似乎与高等植物核型进化的一般方向相悖。这种现象在已知的某些科、属内如罗汉松科、苏铁科等（洪德元，1990）的研究也有发现，是不是兰科植物的核型进化也属于这种情况呢？当然，生物的进化是复杂的、多方向的和多样性的。单凭几个种、一个属的染色体资料并不能揭示它们的进化和起源关系，但随着研究的深入，更多属兰科植物染色体资料、胚胎学、发育学以及分子生物学资料的获得，无论对兰属植物分类学研究本身，还是对整个兰科植物的进化以及核型不对称性与物种起源及进化的关系来说都具有重要的意义。

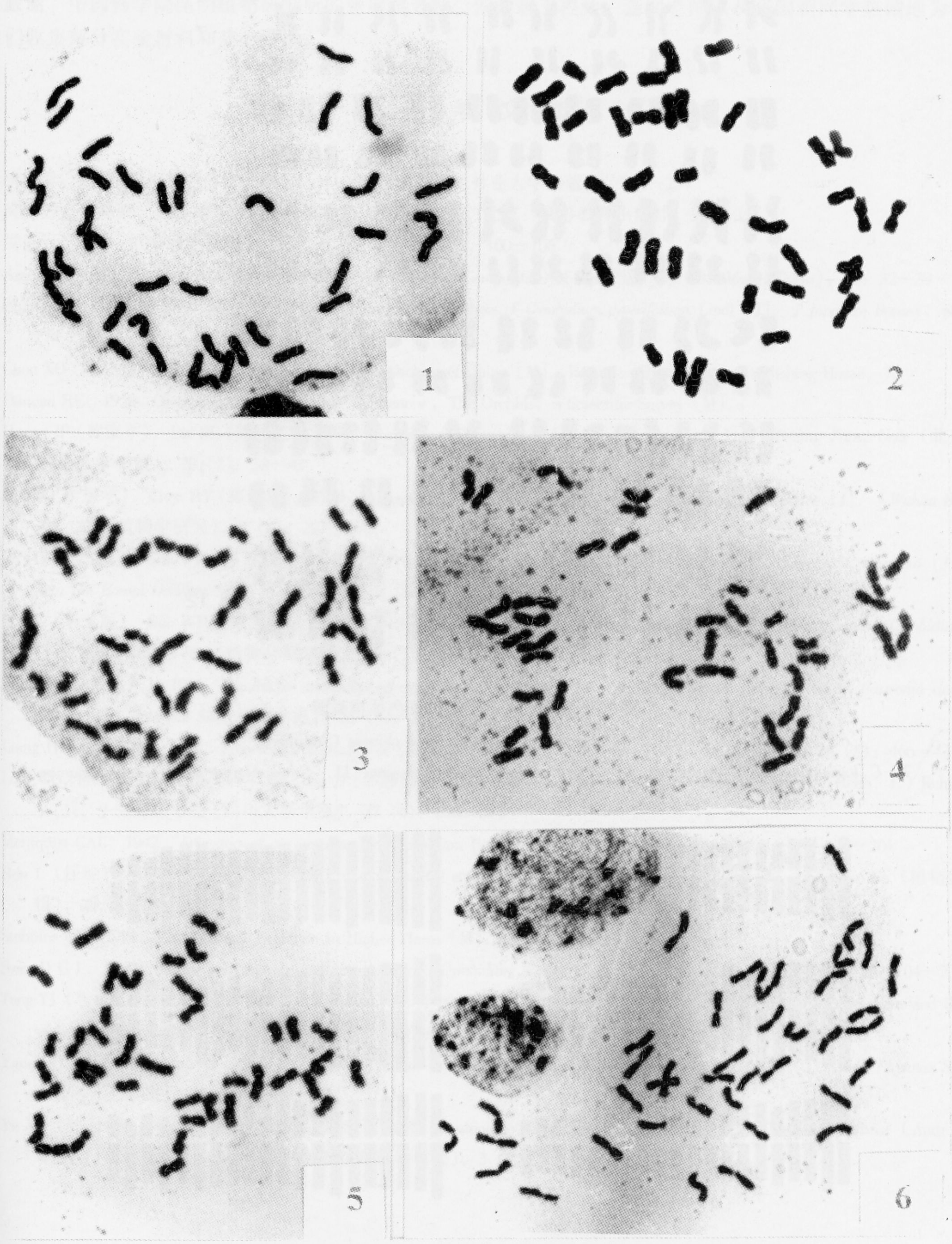

图 1　6 种国产兰属植物的染色体形态图

Fig. 1　The morphology of somatic chromosomes of 6 chinese species of *Cymbidium*

1. *C. lowianum*; 2. *C. eburneum*; 3. *C. suavissimum*; 4. *C. elegans*; 5. *C. wenshanense*; 6. *C. hookerianum*

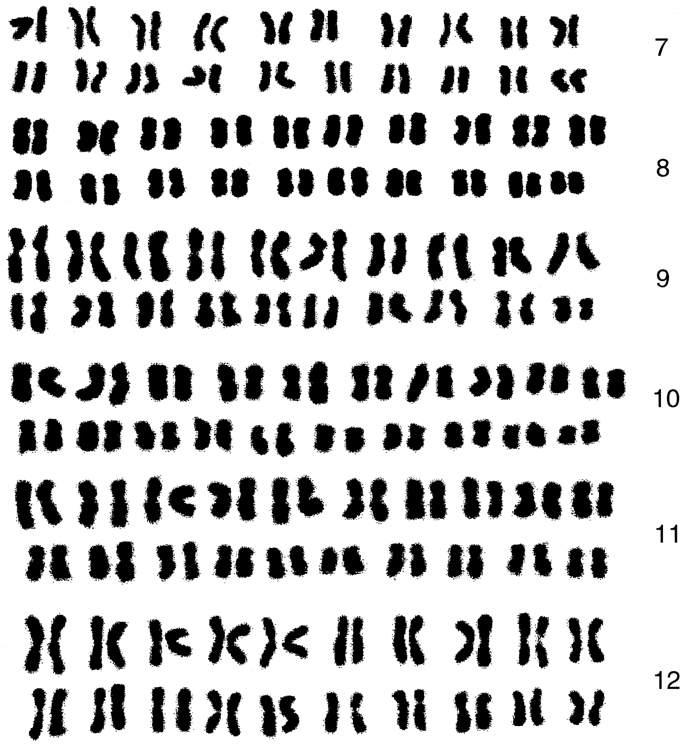

图2　6种国产兰属植物的染色体核型图

Fig. 2　The karyotypes of 6 species of chinese *Cymbidium*

7. *C. lowianum*；8. *C. eburneum*；9. *C. suavissimum*；10. *C. elegans*；11. *C. wenshanense*；12. *C. hookerianum*

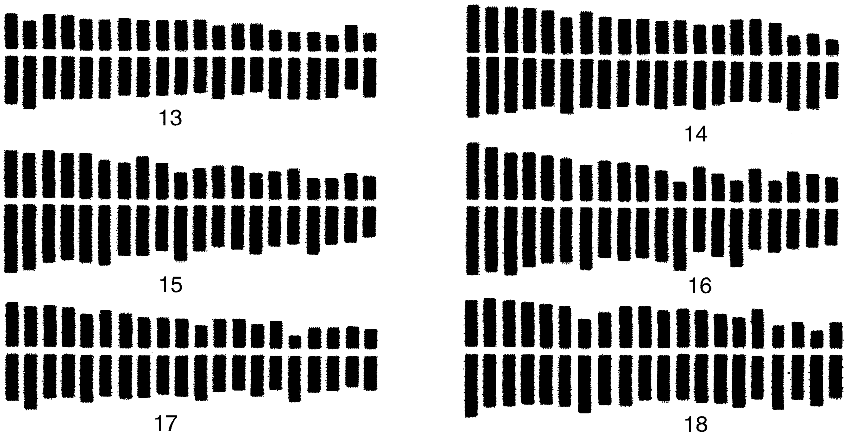

图3　6种国产兰属植物的核型模式图

Fig. 3　Idiograms of 6 chinese species of *Cymbidium*

13. *C. pumilum*；14. *C. eburneum*；15. *C. suavissimum*；16. *C. elegans*；17. *C. wenshanense*；18. *C. hookerianum*

致谢　中国科学院昆明植物研究所的张启泰老师、倪素碧工程师、龚洵老师以及张国莉同学热诚地为我们收集部分实验材料和热心帮助。

〔参　考　文　献〕

李懋学，1991．植物染色体研究技术［M］．哈尔滨：东北林业大学出版社，252—254

吴国芳，冯志坚，马炜梁等，1992．植物学（下册）［M］．北京：高等教育出版社，353—357

洪德元，1990．植物细胞分类学［M］．北京：科学出版社，100—106

Arano H，1963．Cytological studies in subfamily Carduoideae（Compositae）of Japan Ⅸ［J］．*Bot Mag*（*Tokyo*），**76**：32—39

Bhattarai S，Mattarai SB，1993．Two different chromosome numbers of *Cymbidium cyperifolium* Lindl［J］．*J Japanese Botany*，**68**：274—276

Chen XQ（陈心启），Ji ZH（吉占和），1998．The Orchids of China［M］．Beijing：China Forestry Publishing House，70

Duncan RE，1959．Orchids and Cytology．In：Withner 's，The Orchids，a Scientific Survey［M］．

Huang JP（黄家平），Dai SL（戴思兰），1998．The numerical taxonomy of Chinese *Cymbidium*［J］．*J Beijing Forest Univ*（北京林业大学学报），**20**（2）：38—43

Li MX（李懋学），Chen RY（陈瑞阳），1985．A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants［J］．*J Wuhan Bot Res*（武汉植物学研究），**3**（4）：297—302

Li YG（李玉阁），Guo WH（郭卫红），Wu BJ（吴伯骥），2002a．A karyologocal study of four species of Chinese *Cymbidium*［J］．*Acta Bot Boreal-Occident Sin*（西北植物学报），**22**（6）：1438—1444

Li YG（李玉阁），Guo WH（郭卫红），Wu BJ（吴伯骥），2002b．A karyologocal study of eight species of Chinese *Cymbidium*［J］．*Acta Phytotax Sin*（植物分类学报），**40**（5）：406—413

Liang HX（梁汉兴），1981．The micro- and mega-sporogenesis and the formation of male and female gametophytes in *Gastrodia elata* Blume［J］．*Acta Bot Sin*（植物学报），**23**（3）：186—190

Liang HX（梁汉兴），1984．Embryological studies of *Gastrodia elata* Blume［J］．*Acta Bot Sin*（植物学报），**26**（5）：466—472

Long YQ（隆有庆），Fu HL（傅华龙），Su JJ（苏静娟），2000．A study on karyotype of *Cymibidium goeringii*（Rchb．f．）Rchb．f［J］．*J Sichuan Univ*（四川大学学报），**37**（4）：578—581

Mehlquist CAL，1942．Ancestors of our present-day *Cymbidium* Bicolor Ldl［J］．*Proc Indian Acad Sci B*，**15**：174—201

Ren L（任玲），Wang FX（王伏雄），1987．Embryological studies of *Paphiopedilum godefroyae* Stein［J］．*Acta Bot Sin*（植物学报），**29**（1）：14—21

Stebbins GL，1971．Chromosomal Evolution in Higher Plants［M］．London：Edward Arnold

Sway D G L，1942．Female gametophyte and embryogeny in *Cymbidium bicolor* Lindl［J］．*Proc Ind Acad Sci Sect B*，**15**：104—201

Tang YJ（唐源江），Ye XL（叶秀麟），Chen ZL（陈泽濂），1998．The studies of the female gametophyte devolopment and the embryogenesis in *Doritis pulcherima* Lindl［J］．*J Trop Subtrop Bot*（热带亚热带植物学报），**6**（4）：289—292

Yang DQ（杨涤清），Zhu XF（朱燮桴），1989．Studies on karyotype of *Cephalanthera erecta* and *C．falcat*［J］．*Acta Phytotax Sin*（植物分类学报），**27**（2）：114—117

Ye XL（叶秀麟），Guo JY（郭俊彦），1995．Female gametophyte development and embryogeny in *Cymbidium sinense*（Andr．）Willd［J］．*J Trop Subtrop Bot*（热带亚热带植物学报），**3**（1）：54—58